

## Ácidos grasos

*“Si se diagnostican problemas de producción como la disminución de la grasa presente en la leche, es fundamental conocer la carga de ácidos grasos insaturados del rumen (RUFAL). Si la RUFAL supera el nivel de alerta del 3,5 %, la ingesta de ácidos grasos insaturados podría encontrarse en el límite más alto, por lo que el siguiente paso sería examinar qué es lo que está provocando esta elevación de la RUFAL”*

Dr. Tom Jenkins,  
Universidad de Clemson

La grasa es un componente importante de cualquier ración. Las grasas sirven como fuente de energía para el mantenimiento, la producción de leche o el aumento de peso corporal. Estas pueden definirse como compuestos que tienen un alto contenido en ácidos grasos (AG) de cadena larga, incluidos los triglicéridos, los fosfolípidos, los ácidos grasos no esterificados y las sales de ácidos grasos de cadena larga. Los ácidos grasos de cadena larga son los que más energía aportan en comparación con otros ácidos grasos.

Tradicionalmente, el contenido en grasa de los alimentos se ha determinado mediante la extracción con disolventes, en la mayoría de los casos con éter. Además de la grasa, los disolventes también pueden solubilizar pigmentos vegetales, ésteres y aldehídos. Por esta razón, el resultado se denomina "grasa bruta" y se indica como "% de grasa bruta" en los informes analíticos.

Recientemente, para caracterizar de forma óptima el contenido en materia grasa de los alimentos forrajeros se emplea el parámetro de ácidos grasos totales (AGT). El procedimiento de determinación de AGT es específico para la grasa y elimina la posible contaminación con los compuestos mencionados anteriormente. Como tal, el parámetro de AGT mide de forma más precisa el contenido real en grasa de los alimentos.

### Terminología de los AGT para nutricionistas:

*Ácidos grasos saturados (AGS):* se trata de ácidos grasos que no tienen dobles enlaces de carbono y aparecen en los informes como número:0, por ejemplo, C18:0.

*Ácidos grasos monoinsaturados (AGM):* son los ácidos grasos que tienen un doble enlace de carbono y aparecen en los informes como número:1, por ejemplo, C18:1.

*Ácidos grasos poliinsaturados (AGP):* son los ácidos grasos que tienen más de un doble enlace de carbono y figuran en los informes como número:2 o con un número superior, por ejemplo, C18:2 y C18:3.

*Ácidos grasos insaturados (AGI):* el total de AGM y AGP.

**Carga de ácidos grasos insaturados en el rumen (RUFAL):** representa la suma de los ácidos grasos C18:1 (ácido oleico), C18:2 (ácido linoleico) y C18:3 (ácido linoléico).

Cuando se encuentran en grandes cantidades en la dieta, se ha demostrado que estos ácidos grasos insaturados (AGI) provocan

alteraciones en la fermentación ruminal y afectan negativamente al rendimiento de los animales. También puede producirse una disminución de la producción de leche debido a la reducción de la ingesta de alimento y de la digestibilidad de la fibra, así como una disminución de la grasa presente en la leche. El nivel de alerta de RUFAL recomendado en la actualidad es el 3,5 % del total de la materia seca (MS) presente en la dieta (Jenkins, 2013). Véase la siguiente tabla:

RUFAL <3,5 % de la MS total	Indica que la carga de lípidos en el rumen no es excesiva y que probablemente no provoque problemas de producción y disminución de la grasa presente en la leche.
RUFAL >3,5 % de la MS total	Indica que la ingesta de grasa es elevada y se recomienda revisar exhaustivamente la dieta y otros factores de riesgo, como la ingesta excesiva de grasa, el bajo pH del rumen, la cantidad y el tipo de grano y el perfil del forraje.

El Dr. Tom Jenkins, cuya investigación se centra en el metabolismo de los lípidos en el ganado destinado a la producción lechera y en los aspectos prácticos de la alimentación con grasa, recomienda actuar con la debida precaución respecto a la guía del 3,5 % de RUFAL. Las y los usuarios no deben interpretar el valor como un valor umbral fijo por encima o por debajo del cual se producirá disminución de la grasa presente en la leche. Es necesario realizar más investigaciones al respecto para determinar un nivel reproducible y preciso de RUFAL para predecir esta disminución.

La investigación complementaria presentada por Jenkins en la Conferencia de Nutrición de Cornell de 2020 proporciona más datos que muestran que los ácidos grasos son importantes para los procesos fisiológicos del animal; que resulta de vital importancia controlar las mezclas de ácidos grasos en la dieta basal y en los productos derivados para que el rumen funcione correctamente; y que una carga de ácidos grasos no controlada adecuadamente en el rumen (RUFAL) puede disminuir la grasa presente en la leche a través de la producción de inhibidores en el rumen (Jenkins, 2020).

El mecanismo que modifica la producción de grasa de la leche en la vaca parece estar relacionado con la vía de biohidrogenación de los ácidos grasos de la dieta, que, a su vez, está influenciada por la

composición nutricional del alimento, especialmente la composición de ácidos grasos.

Los altos niveles de RUFAL en el rumen pueden causar un cambio en la población bacteriana al matar o inhibir el crecimiento de las bacterias beneficiosas *B. fibrisolvens* y permitir el predominio de *C. acnes*, cambiando así la vía de biohidrogenación del rumen de la vía "beneficiosa" de la grasa láctea trans-11 a una vía alternativa y menos eficiente conocida como trans-10, que produce sustancias intermedias que reducen la grasa láctea, también conocida como "cambio de trans-11 a trans-10".

Se pueden utilizar controles dietéticos para ayudar a las y los productores a mantener el rumen en la vía trans-11. Es importante formular dietas que mantengan el pH ruminal en el rango óptimo y eviten la acumulación de ácido láctico. Esto se logra a través de una gran cantidad de parámetros nutricionales y de manejo que interactúan entre sí, tales como el tipo y la cantidad de almidón, la frecuencia de alimentación, el hacinamiento, el espacio de las camas o la mezcla de TMR, entre otros.

Por último, se deben controlar la cantidad y el tipo de RUFAL presentes en la dieta para mantener la biohidrogenación de la trans-11. Evalúe las fuentes de RUFAL y calcule los riesgos en la dieta. La siguiente ecuación es una estimación de riesgo propuesta por Jenkins para calcular las libras de grasa de alto riesgo que pueden ser suministradas evitando potencialmente los efectos negativos de la grasa:

$$\text{lbs. de grasa de alto riesgo} = (4 * \text{FND} * \text{IMS}) / (\text{AGI} * \text{AG})$$

donde,

**FND** = fibra detergente neutro (aFDN), % de DM

**IMS** = libras de ingesta de materia seca

**AGI** = ácidos grasos insaturados totales, % de los ácidos grasos totales en el producto de alto riesgo

**AG** = ácidos grasos totales, % de MS en el producto de alto riesgo

Por ejemplo, un alimento con los siguientes valores:

**FND**- 30 %

**IMS**- 50 libras

**AGI**- 81 % (RUFAL expresado en % AGT)

**AG**- 12 %

Se obtiene un valor estimado de 6,2 libras de alimento que un productor podría suministrar para evitar los efectos negativos de la grasa.

En el certificado de ensayo NIR de ácidos grasos totales de Dairy One, el contenido en ácidos grasos no saturados en el rumen (RUFAL) y el contenido en ácidos grasos totales (AGT) se expresan como porcentaje de materia seca. Para calcular el término de la ecuación AGI hay que expresar el parámetro RUFAL como % de AGT y no como % de MS.

Las fuentes de RUFAL de bajo riesgo incluyen el heno, el maíz no procesado y el ensilado de maíz, las semillas oleaginosas enteras y las sales de calcio de ácidos grasos. Las fuentes de RUFAL de alto riesgo son el maíz, las semillas oleaginosas molidas, las grasas/aceites, los residuos de panadería y las habas tostadas.

## Ácidos grasos totales ofrecidos por Dairy One

En Dairy One, los ácidos grasos se analizan por cromatografía de gases tras su extracción y aislamiento, lo que permite realizar un análisis puro de los triglicéridos de la muestra. Este método de extracción emplea pasos de permeación, hidrolización y metilación para alcanzar la alta precisión necesaria para aislar y medir los ácidos grasos de interés.

La cromatografía de gases es también el método empleado para generar los datos de química húmeda utilizados para desarrollar la calibración de ácidos grasos totales mediante NIR. Actualmente, Dairy One ofrece un análisis de ácidos grasos totales mediante NIR que incluye ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolénico, RUFAL y AGT. Este paquete está disponible para muestras de forraje, forraje y pradera fresca, ensilado de pradera y ensilados de maíz y maíz fresco. Para TMR (ración *unifeed*), incluye los mismos elementos de ácido oleico, ácido linoléico, ácido linolénico, RUFAL y AGT, además del C16:0 (ácido palmítico) y C18:0 (ácido esteárico).

Los ácidos grasos totales siguen siendo objeto de investigación para determinar su impacto total en la nutrición animal. A continuación, se describe brevemente la importancia básica de los ácidos grasos totales más significativos.

**El ácido oleico** es un ácido graso monoinsaturado y se representa como C18:1. Es sintetizado y utilizado por las vacas para ayudar a digerir las grasas de la dieta. Es importante en la vaca lechera de alta producción para mantener o aumentar el índice de condición corporal a través de la estimulación de la insulina y también para mejorar la fertilidad. Si se administra, el momento clave es durante el inicio de la lactancia, que es cuando mejora la fertilidad y distribuye los nutrientes hacia los depósitos de grasa corporal.

**El ácido linoleico** es un ácido graso poliinsaturado. Tiene dos dobles enlaces de carbono y se representa como C18:2. Es un ácido graso esencial, lo que significa que debe ingerirse, ya que no puede ser sintetizado por la vaca. Se utiliza para formar otros ácidos grasos que son vitales para las funciones de los tejidos y la fertilidad, así como para inducir el parto. Se encuentra en muchos de los ingredientes de los piensos más usados y, por lo general, no se añade como suplemento. Unos niveles demasiado altos pueden reducir la fertilidad.

**El ácido linolénico** es un ácido graso esencial poliinsaturado. El ácido linolénico tiene tres dobles enlaces de carbono y se representa como C18:3. Se usa para formar otros ácidos grasos que son vitales para las funciones de los tejidos, la fertilidad y la supervivencia de los embriones. La administración de suplementos al principio de la lactancia mejora la supervivencia y el desarrollo del embrión.

**El ácido palmítico** es un ácido graso saturado y se representa como C16:0. Es un componente importante para la vaca lechera porque mejora la producción de grasa de la leche. Es mejor suministrarlo desde la mitad hasta el final de la lactancia. En las vacas que inician el período de lactancia, la administración de suplementos de ácido palmítico puede provocar un descenso en los índices de condición corporal debido a la distribución de nutrientes en la leche en lugar de en las reservas corporales. Sin embargo, en

los ciclos con un equilibrio energético negativo, el índice de condición corporal puede aumentarse mediante la suplementación.

**El ácido esteárico** es de tipo saturado y se representa como C18:0. Es también un componente de ácido graso integral para el rendimiento general de la leche y la grasa láctea. La desaturación del ácido esteárico permite a las glándulas mamarias producir ácido oleico, lo que hace que el ácido esteárico desempeñe un papel más importante que el palmítico en la producción de leche. En la actualidad, no se han identificado períodos clave para suministrar suplementos de ácido esteárico.

Dairy One comenzó a ofrecer análisis de ácidos grasos totales en 2016 mediante análisis de química húmeda y ha recogido datos relacionados con diferentes tipos de muestra. Las estadísticas relacionadas con estos resultados para diferentes tipos de muestra se pueden ver en las tablas 1-4.

Tabla 1. Estadísticas de química húmeda del ensilado de maíz - % de ácidos grasos, base de materia seca

Ensilado de maíz	C18:1C	C18:1T	C18:2	C18:3	AGT	RUFAL
Mínimo	0,05	0,01	0,30	0,03	1,45	0,87
Máximo	0,88	0,02	1,57	0,52	3,17	2,43
Media	0,43	0,02	1,02	0,14	2,25	1,61
Desviación típica	0,12	0,00	0,22	0,07	0,37	0,33

Tabla 2. Estadísticas de la química húmeda del heno - % de ácidos grasos, base de materia seca

Heno	C18:1C	C18:1T	C18:2	C18:3	AGT	RUFAL
Mínimo	0,01	0,00	0,02	0,01	0,31	0,06
Máximo	0,28	0,08	0,60	0,61	2,24	1,12
Media	0,05	0,01	0,16	0,19	1,02	0,40
Desviación típica	0,03	0,01	0,10	0,15	0,47	0,24

Tabla 3. Estadísticas de la química húmeda del ensilado de pradera - % de ácidos grasos, base de materia seca

Ensilado de pradera	C18:1C	C18:1T	C18:2	C18:3	AGT	RUFAL
Mínimo	0,01	0,00	0,07	0,04	0,65	0,18
Máximo	1,15	0,17	0,90	2,80	6,57	3,40
Media	0,06	0,04	0,33	1,19	2,66	1,62
Desviación típica	0,11	0,03	0,11	0,77	1,02	0,79

Tabla 4. Estadísticas de la química húmeda de TMR (ración *unifeed*), - % de ácidos grasos, base de materia seca

TMR	C16:0	C18:0	C18:1C	C18:1T	C18:2	C18:3	AGT	RUFAL
Mínimo	0,02	0,04	0,02	0,01	0,38	0,03	1,54	0,97
Máximo	2,95	1,49	3,16	0,92	3,30	1,73	9,84	5,42
Media	0,82	0,16	0,82	0,06	1,50	0,31	3,99	2,67
Desviación típica	0,43	0,16	0,42	0,08	0,57	0,25	1,33	0,92

#### Referencias:

<https://myemail.constantcontact.com/Dairy- One- Forage-Lab---October-Newsletter.html?soid=1114254466406&aid=nhdGa0tGDxA>

<https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/rns/2017/Loften.pdf>

<http://www.fattyacidforum.com/feed-lipids-nomenclature-and-analysis-dr-tom-jenkins/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24913651>

<https://www.dairyherd.com/article/some-fatty-acids-work-others-not-so-much>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22435414>

<http://www.megalac.com/about/news/154-fatty-acids-in-feeding-programmes-for-dairy-cows>

<https://agmodelsystems.com/the-nutritionist-2019-jenkins/>

<https://agmodelsystems.com/dr-adam-lock-supplemental-fatty-acids-in-lactating-cow-diets-myth-and-reality/>

<https://agmodelsystems.com/2016-webinar-series-dr-tom-jenkins-fatty-acids-in-lactating-cow-diets-may-11-2016/>

<http://www.fattyacidforum.com/wp-content/uploads/2020/01/RUFAL-What-it-IS-and-What-it-is-NOT-%E2%80%93Dr.-Tom-Jenkins.pdf>

[Jenkins, T. C. \(2020\). Cornell Nutrition Conference. Managing the diet to Control Ruminal Fatty Acid-Microbial Interactions That Reduce Milk Fat Synthesis](#)